



コンクリート内部状況の推定学習

生活情報通信科学コース 城研究室 修士1年 勝島理湖

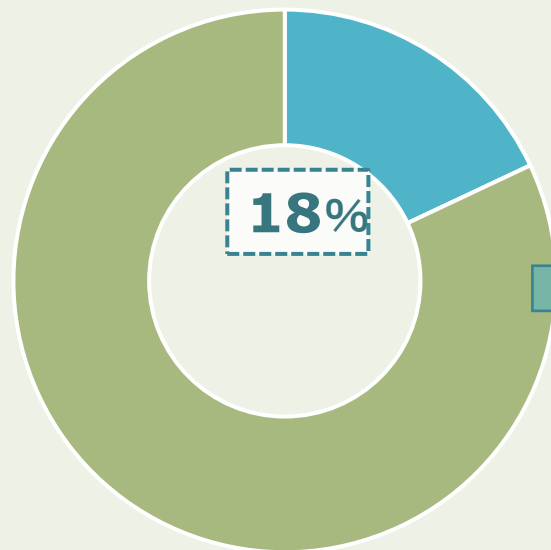
目次

- ◆研究背景
- ◆研究目的・方法
- ◆研究結果
- ◆今後の研究

研究背景

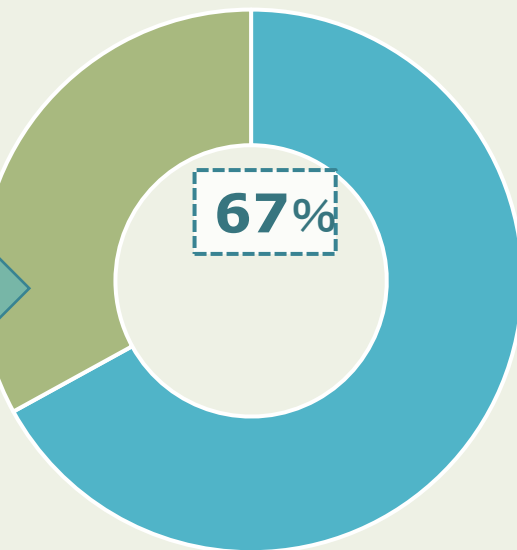
橋梁の経過年数の推移

2013年



■ 50年経過 ■ 未経過

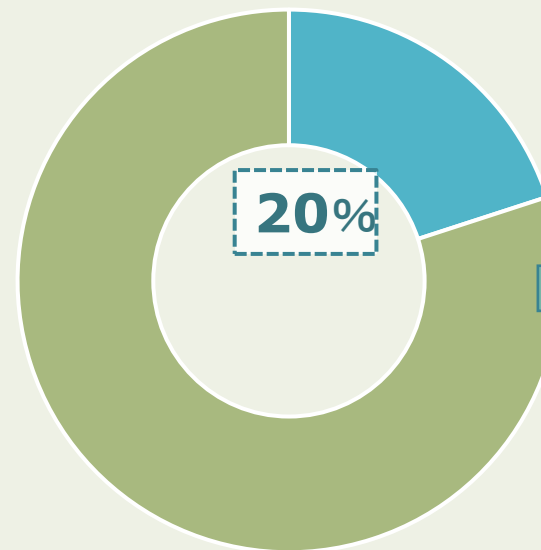
2033年



■ 50年経過 ■ 未経過

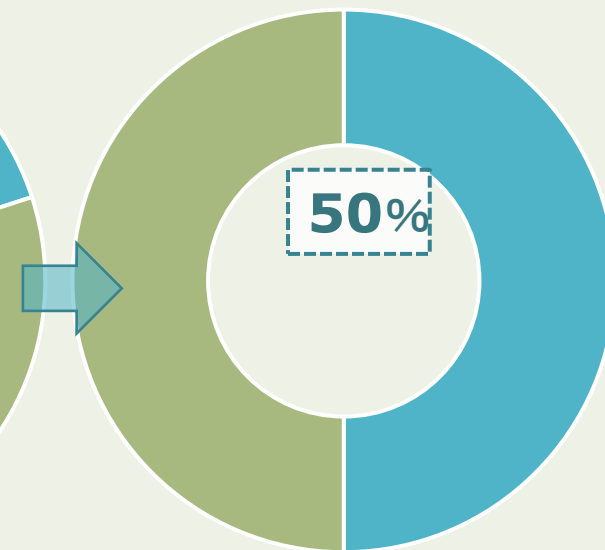
トンネルの経過年数の推移

2013年



■ 50年経過 ■ 未経過

2033年



■ 50年経過 ■ 未経過

出典:国土交通省

→ コンクリート構造体(トンネルとか橋とか)は**50年経過したものが大半を占めていくことになる**

50年経過するとどうなる？



- 内部からの破壊
- 鉄筋の腐食
- 劣化
- 剥離
- 疲労
- 強度低下
- 劣化の促進 …etc

定期的な点検
が必要だね…!



コンクリートの点検方法

□非破壊検査(コンクリートを壊さずに点検)

- 目視
- 打音検査 — 内部欠陥(空洞)の有無を調べる
- 反発硬度法
- …etc



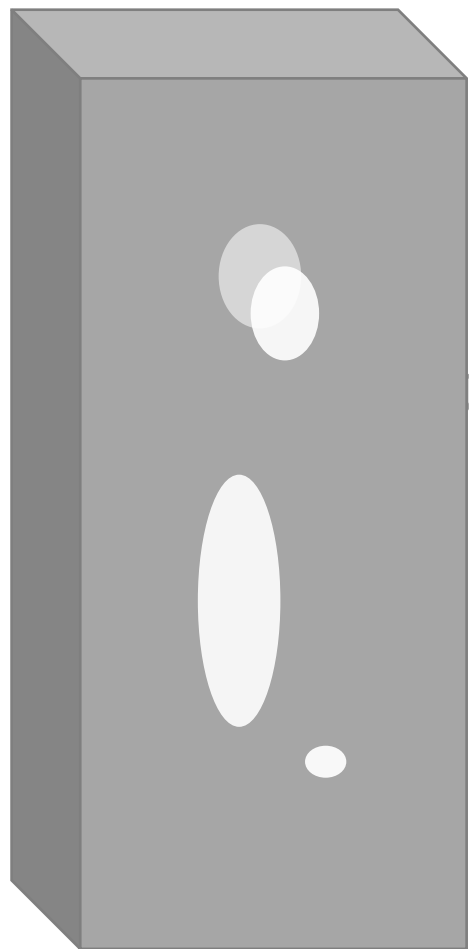
これがちょっと問題あり



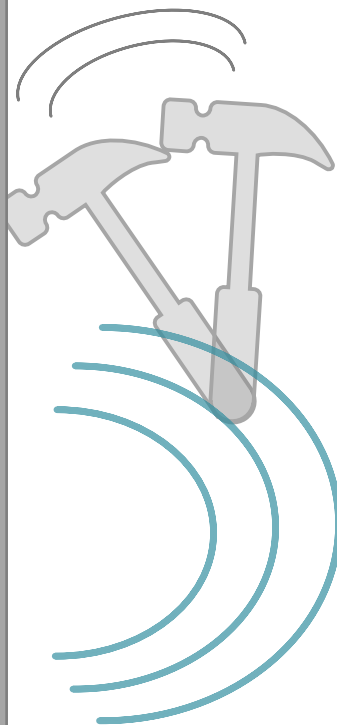
□破壊検査(コンクリートの一部を取って点検)

- コア抜き検査
- …etc

打音検査と問題点



内部欠陥のあるコンクリート



<打音検査のやり方>

- ① ハンマーでたたく
- ② コンクリートからの反射音を聞く
 - 清音(高い音)・・・良好
 - 濁音(低い音)・・・異常あり



<デメリット>

- × たくさん人材が必要
- × コストがかかる
- × 時間もかかる
- × 安全性に問題あり



レーザー打音法だと

少人数・高速・遠隔(安全に)
点検できる！



レーザー打音法

レーザー で コンクリート を 「叩き」

レーザー で 音 を 「聞く」



JR西日本 レーザーによるコンクリート欠陥検出装置
(<https://www.westjr.co.jp/company/action/technology/technology/10/>)

つまり・・・ 打音検査と同じやり方で

コンクリート内部状態(空洞の有無)を判別できる！

研究目的・方法

目的

現状： (レーザー打音法では)空洞の有無の検査しかできない☹

将来： 空洞の有無だけでなく、空洞のある場所・形がわかる！ ☺

方法

1. 仮想空間でコンクリートの**3Dモデルを作成**
2. レーザー打音のシミュレーションをかける
→反射音の**周波数を解析**
3. コンクリート内部の空洞の場所・大きさを**CNN**(畳み込みニューラルネットワーク)で**推定**



3Dモデルの製作(方法①～②)

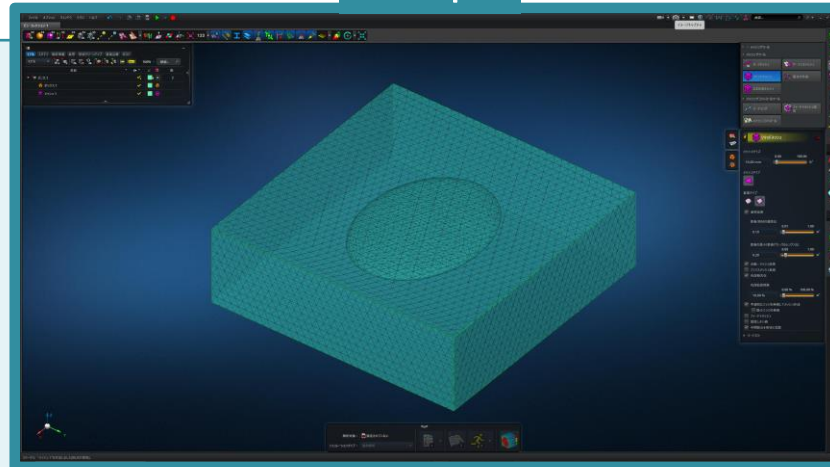
MSC Apex

材質などを設定しコンクリートを再現

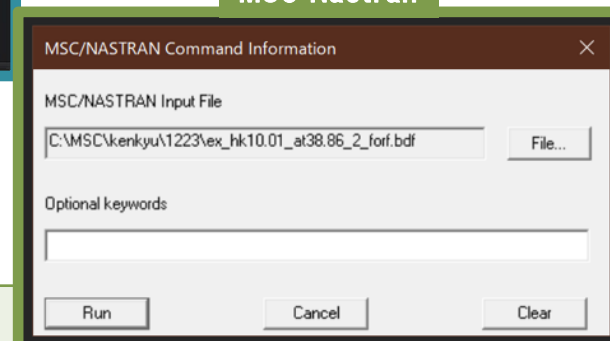
コンクリート : 330mm×330mm×100mm
中にランダムな大きさの空洞を作る

3Dモデルに対し50Hzのレーザーを照射(シミュレーション)

MSC Apex



MSC Nastran



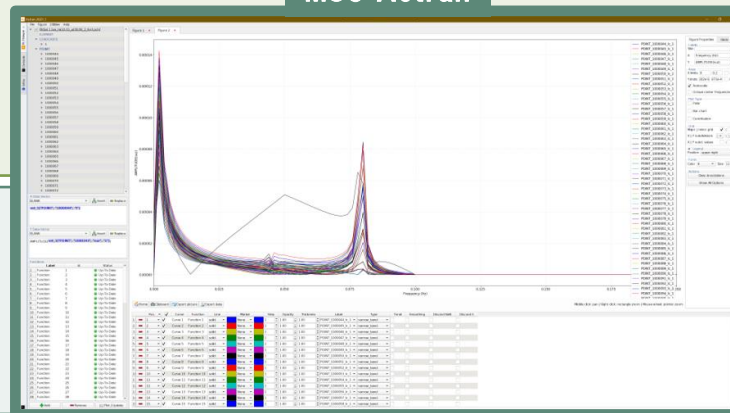
MSC Nastran

シミュレーション結果から周波数応答解析

MSC Actran

周波数応答解析データを.csvに変換・保存

MSC Actran



3次元再構築CNNの製作(方法③)

コンクリート内部の推定に3次元データの再構築を行うCNN(畳み込みニューラルネットワーク)を使用

CNNとは・・・？

データの圧縮や要約により行う機械学習のこと

入力するデータとその答えとなる教師データの2種類が必要

学習後、新たに入力値を得て答えを予測する

(例)



入力データ(画像)

1. 犬
2. 犬
3. 猫
4. 犬
5. 猫

教師データ(文字)

訓練データ



これは？

テストデータ

犬

正解！



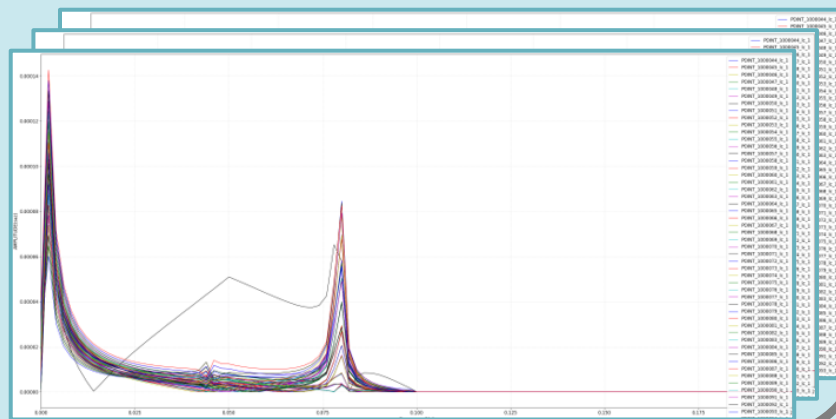
ふむふむ

3次元再構築CNNの製作(方法③)

今回作成するCNN → 周波数応答解析データからコンクリート内部状況を推測

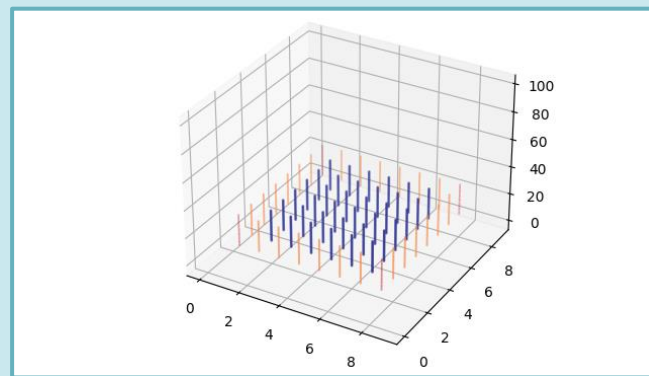
入力データ：周波数応答解析データ(3次元)

教師データ：空洞率データ(3次元)



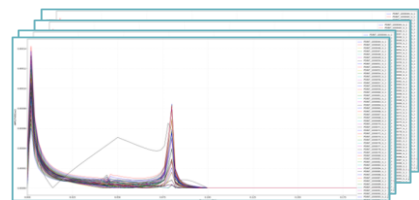
入力データ

1セット
100か所分

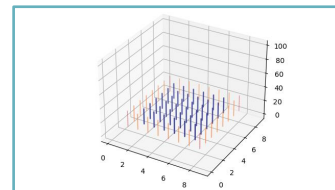


教師データ

3次元再構築CNNモデルの作成



input (10,10,100)



output

(10,10,100)

ZeroPadding3D(大きさ揃える為)

Conv3D(圧縮)

Dropout

(10,10,100- α)

ZeroPadding3D

Conv3D

Dropout

(10,10,100-2 α)

...

concatenate

(10,10,100- α)

Conv3DTranspose

concatenate(合体)

(10,10,100-2 α)

Conv3DTranspose(拡大)

...

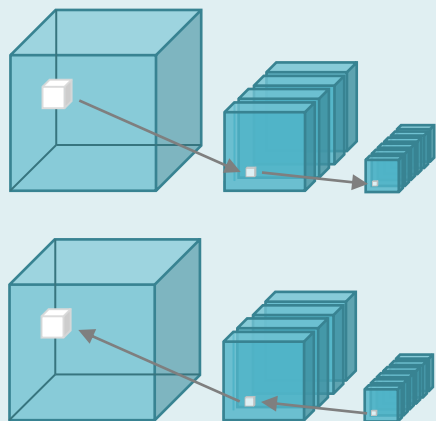
ZeroPadding3D

Conv3D

Dropout

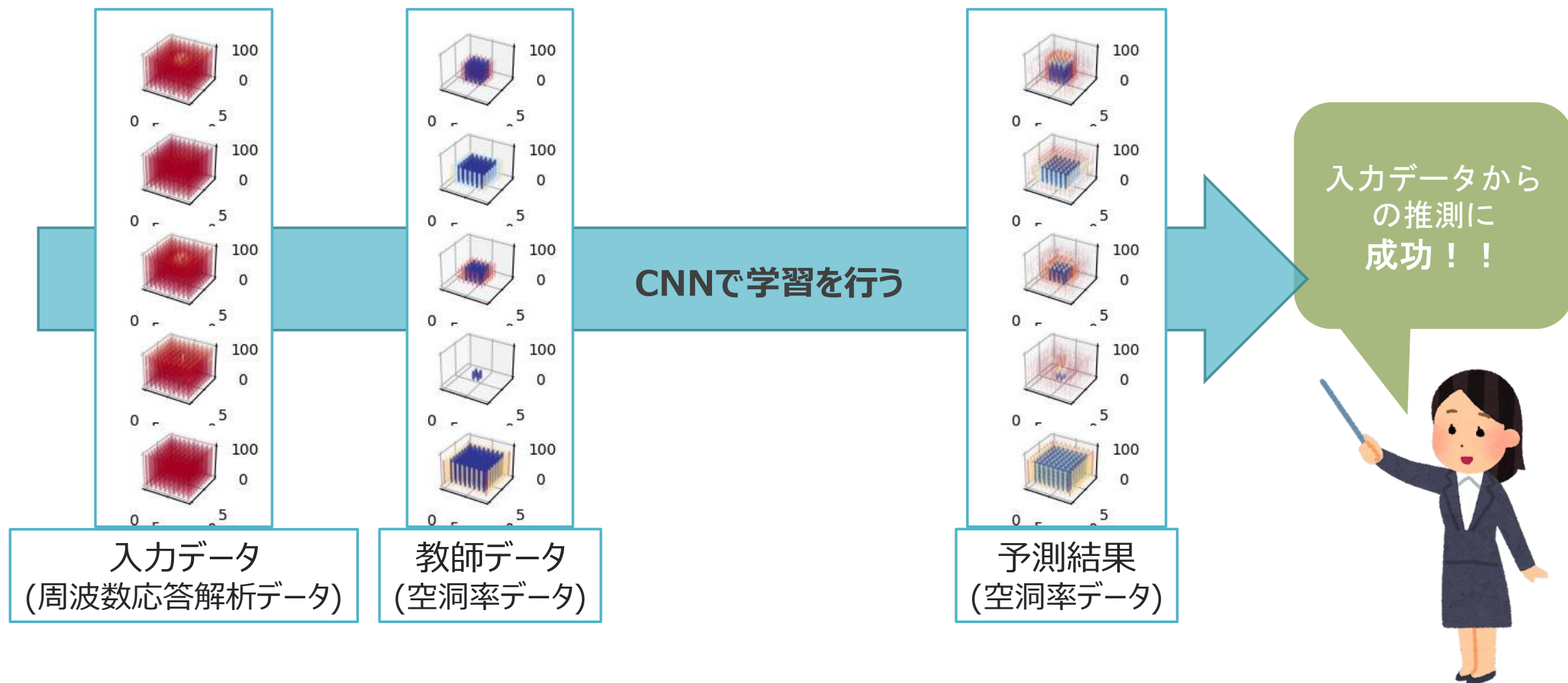
(10,10,1)

モデルイメージ



3次元→2次元→3次元
(2次元まで圧縮してから3次元まで戻す)

研究結果



今後の研究

- 空洞の数が**何個か存在**した場合
- 空洞の**形が複雑**な場合
- 空洞以外に**不純物が存在**している場合 …etc



周波数応答解析データから
推測できるのか